



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Chemcraft: un videojuego para estudiar Física y Química

Autor/es

ENRIQUE ANGUIANO GARCÍA

Director/es

IRENE BAÑOS ARRIBAS

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2018-19



Chemcraft: un videojuego para estudiar Física y Química, de ENRIQUE
ANGUIANO GARCÍA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.
Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.

Trabajo de Fin de Máster

Chemcraft: un videojuego para estudiar Física y Química

Autor

Enrique Anguiano García

Tutora: Irene Baños Arribas

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Física y Química (M02A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2018/2019

1. Games are a form of **fun**. That gives us ***enjoyment and pleasure.***
2. Games are form of **play**. That gives us ***intense and passionate involvement.***
3. Games have **rules**. That gives us ***structure.***
4. Games have **goals**. That gives us ***motivation.***
5. Games are **interactive**. That gives us ***doing.***
6. Games are **adaptive**. That gives us ***flow.***
7. Games have **outcomes and feedback**. That gives us ***learning.***
8. Games have **win states**. That gives us ***ego gratification.***
9. Games have **conflict/competition/challenge/opposition**. That gives us ***adrenaline.***
10. Games have **problem solving**. That sparks our ***creativity.***
11. Games have **interaction**. That gives us ***social groups.***
12. Games have **representation and story**. That gives us ***emotion.***

Marc Prensky (2001). *Digital Game-Based Learning*

Índice

1. RESUMEN/ABSTRACT	5
1.1. Resumen	5
1.2. Abstract	5
2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	7
3. OBJETIVOS	11
3.1. Objetivo general	11
3.2. Objetivos específicos	11
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1. Aprendizaje basado en juegos	13
4.2. Características de los videojuegos	14
4.3. Clasificación de videojuegos	16
4.4. RPG Maker MV	20
5. ESTADO DE LA CUESTIÓN	23
5.1. Videojuegos comerciales	23
5.2. Videojuegos educativos	24
5.2.1. Videojuegos educativos relacionados con la Química	25
6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	27
6.1. Contextualización y contenidos	27
6.2. Objetivos	27
6.3. Competencias	28
6.4. Criterios de evaluación	29
6.5. Estándares de aprendizaje evaluables	29
6.6. Metodología	29
6.6.1. Participantes	29
6.6.2. Mecánica y narrativa	29
6.6.3. Cronograma	31

6.6.4. Materiales y recursos.....	33
6.6.5. Atención a la diversidad.....	33
6.7. Criterios de evaluación.....	34
6.7.1. Evaluación sumativa.....	34
6.7.2. Autoevaluación	34
7. DISCUSIÓN	37
7.1. Plan de viabilidad	37
8. CONCLUSIONES.....	39
9. REFERENCIAS.....	41
10. ANEXOS	45
10.1. Anexo I. Cómo acceder a <i>Chemcraft</i> desde el PC.....	45
10.2. Anexo II. Controles de <i>Chemcraft</i> para PC	45
10.3. Anexo III. Ejercicios de la unidad	46

1. RESUMEN/ABSTRACT

1.1. Resumen

La inclusión de los videojuegos dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje en Secundaria ha sido lenta. Los motivos por los que no se han empleado son variados y van desde la falta de habilidad por parte del docente hasta la percepción de que no resultan útiles en la enseñanza. Sin embargo, su incorporación es conveniente dada la necesidad de inculcar un uso crítico de las nuevas tecnologías y la mala percepción que tiene el alumnado acerca de las asignaturas de carácter científico.

Por este motivo se propone la creación y desarrollo por mi parte del videojuego educativo *Chemcraft* para trabajar contenidos relacionados con la composición de la materia en 2º de ESO. Esta propuesta se basa en la metodología didáctica denominada Aprendizaje basado en Videojuegos (VGBL), que permite una mayor implicación del estudiante dentro de su propio proceso de aprendizaje, potenciando su autonomía y el desarrollo de su competencia digital.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Videojuegos, Química, Educación Secundaria

1.2. Abstract

Videogames inclusion within learning processes of Secondary Education has been slow. The causes behind this fact are varied and include teacher's lack of ability and the perception that they are useless in education. However, its incorporation is convenient due to the necessity of teaching a critical use of the new technologies and the bad perception of scientific subjects by students.

Because of that, the creation and development on my own of the educative videogame named *Chemcraft* are proposed in order to study contents related to matter's composition in 2nd of ESO. This proposal is supported on the methodology known as Videogame-based Learning (VGBL), which allows the student to get more involved into his own learning process, improving his autonomy and his digital competence's development.

Key words: Videogame-based Learning, Chemistry, Secondary Education

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La inclusión de los videojuegos dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje en Educación Secundaria de nuestro país ha sido durante mucho tiempo una asignatura pendiente. Las principales razones que los profesores alegan para no emplear nunca los recursos relacionados con las nuevas tecnologías son la falta de acceso a las mismas, la falta de competencia en su manejo, la percepción de que no son útiles para su asignatura y que no es una prioridad dentro de su centro educativo (Sigalés, Mominó, Meneses, & Badia, 2008). En otros lugares del mundo, como es el caso de Corea del Sur, los profesores de diferentes niveles educativos achacan la poca utilización de esta clase recursos didácticos a factores como la inflexibilidad del currículo, los efectos negativos de los videojuegos o la falta de material complementario para su uso, entre otros (Baek, 2008). A primera vista este hecho puede resultar extraño ya que tanto en la Ley Orgánica de Educación (España, 2006), como en la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (España, 2013) se subraya la importancia de la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación dentro de nuestro sistema Educativo. De hecho, la ley en vigor destaca que esta incorporación “por una parte, servirá para el refuerzo y apoyo en los casos de bajo rendimiento y, por otra, permitirá expandir sin limitaciones los conocimientos transmitidos en el aula” (p.97865).

No obstante, es necesario resaltar que aproximadamente 7 de cada 10 profesores en España son mayores de 40 años (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014), lo que implica que la mayor parte del cuerpo docente del país no puede ser considerada como nativa digital y por ello, hay una brecha digital entre el profesorado y el alumnado, pues éste tiene una mayor conexión con esta clase de medios y responde mejor ante ellos al haber sido criado dentro de una sociedad informatizada y donde la tecnología tiene cada vez una mayor presencia (Prensky, 2001a), si bien es verdad que esta conexión no es homogénea, y no todos los jóvenes hacen un uso exactamente igual de estas tecnologías (Bennett, Maton, & Kervin, 2008). Aun así, como su utilización está ampliamente extendida entre ellos, es importante que sepan utilizarlas bien y para ello, deben tener un espacio notable dentro del sistema educativo para: a) fomentar el pensamiento crítico y la selección crítica de la información, b)

resolver problemas de la vida cotidiana donde puedan estar involucradas las nuevas tecnologías y c) proporcionar un aprendizaje significativo, colaborativo y activo (Rubio, 2008).

Y más concretamente dentro de la enseñanza de las ciencias, la introducción de las tecnologías de la información y comunicación es importante porque éstas, en especial la física y la química, suelen ser percibidas como difíciles, aburridas y con un exceso de fórmulas matemáticas por una gran parte del alumnado de Secundaria, lo cual facilita que haya una mayor pérdida de motivación y por tanto, un menor número de alumnos que elijan cursar el mayor número de horas posibles de las mismas (Marbà-Tallada & Bargalló, 2010; Solves, Monserrat, & Carles, 2007). Algunas de las dificultades de las asignaturas de carácter científico están relacionadas con las ideas previas erróneas que los alumnos presentan (Thompson, 2006), así como con la relación existente e inevitable entre algunas disciplinas.

Además, cabe destacar que una gran parte de los videojuegos con contenido científico que se encuentran en las principales tiendas en línea (como *Steam*, *GOG Galaxy* u *Origin*) y que se podrían emplear en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de ciencias, aunque no hayan sido diseñados explícitamente para ello, tienen un precio de venta al público de 7,99€ o más. En la Figura 1 se puede observar el precio que tienen algunos videojuegos en la plataforma *Steam* y que están catalogados en la categoría de ciencia. También hay que subrayar que muchos de ellos sólo están disponibles en inglés, lo cual podría ser considerado como un arma de doble filo, ya que por una parte supondría poder mejorar la competencia de comunicación lingüística en una primera lengua extranjera, pero implicaría una dificultad añadida para el aprendizaje del contenido científico a través de la experiencia de juego.

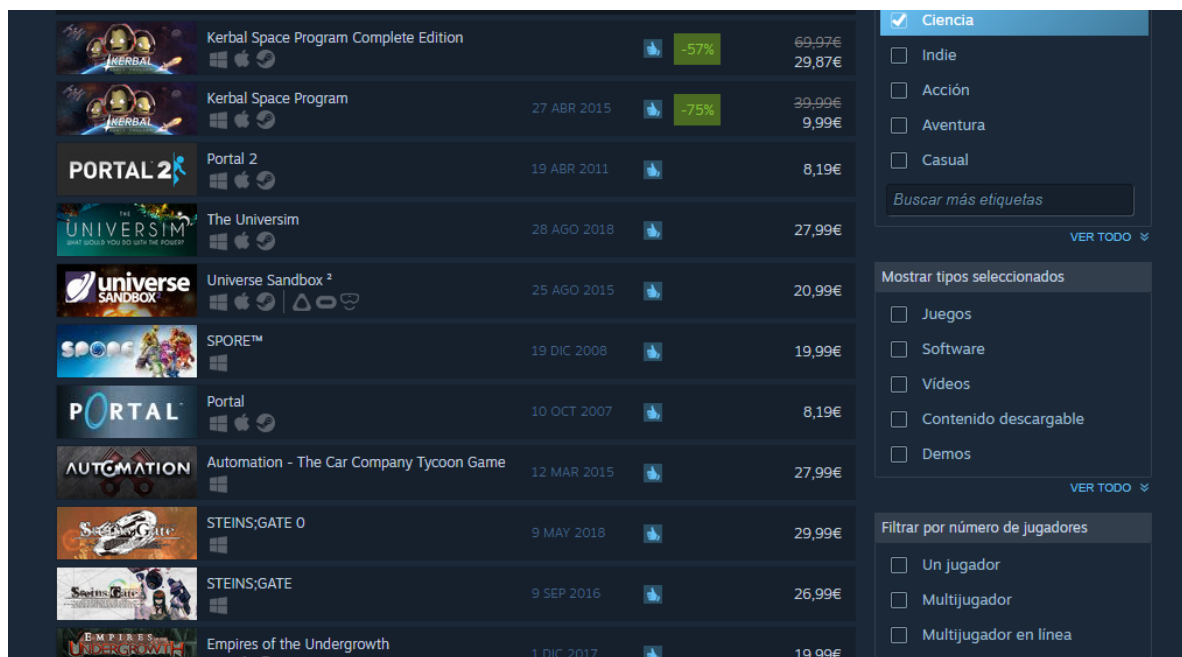


Figura 1. Captura de pantalla de Steam

No obstante, debido a su coste, considero que sería inviable disponer de una copia digital del videojuego para cada alumno en una clase con un máximo de 30 estudiantes (España, 2006, 2019). Además, se ha de tener en cuenta que su uso no sería continuado a lo largo de todo el curso escolar, sino en alguna sesión concreta de ciertas unidades didácticas.

Por todo lo expuesto anteriormente, propongo para este Trabajo Fin de Máster llevar a cabo el desarrollo inicial de un videojuego gratuito por mi cuenta y con los medios disponibles a mi alcance, y con la finalidad de emplearlo dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Física y Química cuando esté terminado.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

El principal objetivo de este Trabajo Fin de Máster es planificar y desarrollar la versión inicial¹ de un videojuego educativo gratuito, llamado *Chemcraft* (véase Anexo I), con el fin de trabajar algunos de los contenidos del Bloque II. La Materia de la asignatura Física y Química de 2º de ESO y que se especificarán más adelante en la propuesta de intervención didáctica.

3.2. Objetivos específicos

El objetivo anterior engloba otros de carácter más específico, como son:

- Aumentar el rendimiento académico de los alumnos, así como su motivación.
- Mejorar su percepción hacia las asignaturas de carácter científico, en especial hacia Física y Química.
- Desarrollar el uso crítico de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

¹ **Nota:** La versión de *Chemcraft* presentada en este trabajo sólo incluye las mecánicas básicas del juego y no es aplicable aún dentro del aula debido a que el desarrollo no está lo suficientemente avanzado.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Aprendizaje basado en juegos

El Aprendizaje basado en juegos, también denominado *Game-Based Learning* o por sus siglas en inglés (GBL), se puede definir como “la utilización de juegos como vehículos y herramientas de apoyo al aprendizaje, la asimilación o la evaluación de conocimientos” (aulaPlaneta, 2017). En el caso de emplear juegos educativos digitales, como en esta propuesta de innovación, esta metodología didáctica recibe el nombre de Aprendizaje basado en videojuegos (VGBL); y si la plataforma en la que se juega son los teléfonos móviles inteligentes, ésta pasa a llamarse Aprendizaje basado en juegos móviles (MGBL). Esta estrategia no debe confundirse con la gamificación, que es la “aplicación de mecánicas propias de los juegos a otras entidades no lúdicas (como son los procesos de enseñanza-aprendizaje) para promover una conducta específica”² (TeachThought, 2015), lo cual no requiere la utilización expresa de juegos, mientras que en el aprendizaje basado en juegos el alumno alcanza los objetivos de aprendizaje a través de la experiencia de juego (Kim, Park, & Baek, 2009).

En esta metodología se diseña un videojuego que contenga los contenidos a impartir, o se utiliza uno previamente desarrollado con o sin fines didácticos. Las características del programa diseñado desencadenan un ciclo de juego que incluye las reacciones y juicios del jugador, así como sus conductas hacia el juego y la retroalimentación que el sistema le da al jugador. A través de la repetición de este ciclo, se consiguen los resultados del aprendizaje (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002). Este modelo entrada-proceso-resultado viene ilustrado en la Figura 2.

² **Cita original:** “the application of game-like mechanics to non-game entities to encourage a specific behaviour”. (Traducción propia)

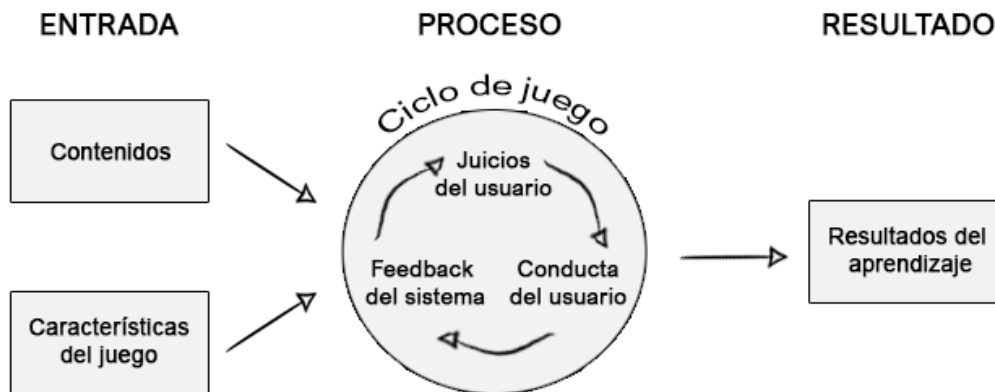


Figura 2. Modelo entrada-proceso-resultado (Garris et al., 2002)

4.2. Características de los videojuegos

Esta metodología aprovecha el hecho de que los videojuegos son atrapantes para fomentar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los principales motivos por los que estos medios enganchan a los jugadores son ocho (Balaguer, 2007):

1. Diversión: los juegos tienen un importante componente lúdico que no ha de perderse durante la experiencia de juego, ya que entonces el jugador abandona la partida.
2. Atemporalidad e inmersión en otra realidad: el jugador se sumerge dentro de un espacio muy diferente al de su vida cotidiana. Esta inmersión en el juego, que puede ser potenciada a través de la realidad virtual, suele ir acompañada de una pérdida de la percepción del tiempo que pasa mientras dura la experiencia.
3. Fusión: el jugador establece una conexión con el personaje que maneja en el juego a través del dispositivo, de manera que se identifica con dicho personaje. Por esta fusión al jugador le cuesta parar de jugar.
4. Exploración: el juego es un espacio de cambio constante, al cual se tiene que adaptar el jugador en cada momento. El jugador debe explorar para el mundo del juego con los recursos de los que dispone para desenvolverse en las distintas situaciones por las que tiene que pasar para acabarlo y que son desconocidas para el jugador.
5. Dominio: el juego ofrece una sensación de dominio al jugador cuando éste tiene éxito ante los desafíos planteados en el mismo. En muchas ocasiones, el juego incluye sistemas de recompensas con los que premian al jugador por su

desempeño. Además, no hay que olvidar que la dificultad del juego tiene que ser razonable, lo suficientemente alta para suponer un reto para el jugador, pero no demasiado alta ni baja porque entonces éste se desmotivará.

6. Estimulación y frustración óptima: para procurar una dificultad razonable dentro del juego, ésta se debe ir adaptando al avance del jugador, de forma que éste experimenta una motivación constante y un nivel de frustración óptimo.

7. Toma de decisiones y desafío a las habilidades: el jugador debe decidir todo el tiempo qué decisiones toma para progresar en el juego. Además, el desafío a las habilidades del jugador se da de manera muy seguida, haciendo que sea difícil abandonar la partida.

8. Sostén del self: el juego ofrece mayor interactividad que otros medios digitales, ya que presenta problemas y desafíos que el jugador ha de resolver.

Así, conviene destacar que los juegos presentan seis elementos estructurales que los convierten en potenciales recursos didácticos (Prensky, 2001b):

1. Reglas: suponen los límites del jugador y le fuerzan a tomar determinados caminos dentro del juego para conseguir las metas, haciendo el juego justo para todos los jugadores además de emocionante. Por otra parte, en determinados contextos el jugador puede emplear las reglas establecidas en su propio beneficio.

2. Objetivos: las metas hacen que los juegos no sean meros juguetes sin propósito y alcanzarlas es aquello que motiva al jugador a seguir jugando y a pensar en estrategias para su consecución.

3. Resultados y retroalimentación: La retroalimentación es la respuesta inmediata que da el videojuego (a través de diferentes medios) al jugador y sirve, junto con los resultados, para medir el progreso del jugador durante la experiencia de juego. Gracias a la retroalimentación que proporciona el sistema se da el aprendizaje, pero es importante diseñar bien este componente ya que en caso de que no sea efectiva puede llevar a que se frustre el jugador.

4. Conflicto/competición/reto/oposición: son los diferentes problemas que suceden en el juego, y que dependen mayormente de su género, y a los cuales se debe enfrentar el jugador. Como se ha mencionado con anterioridad, el nivel

de dificultad de estos debe adaptarse a las habilidades del jugador en las distintas etapas del juego.

5. Interacción: contiene dos aspectos principales; el primero es la interacción máquina-usuario, que está relacionada con la retroalimentación, mientras que el segundo tiene que ver con el cariz social de algunos videojuegos, más concretamente los de tipo multijugador y que han tenido su máxima expresión con los juegos multijugador en línea.

6. Representación o trama: incluye todos los elementos narrativos presentes en el videojuego, y que van desde el aspecto visual, la ambientación hasta la historia que se desarrolla a lo largo del mismo. Para algunos es la esencia del juego, mientras que para otros solo constituye su atractivo.

Los videojuegos, como se ha visto en este apartado, guardan una estrecha relación con algunas de las variables psicológicas del alumno estudiadas en la asignatura del Máster *Aprendizaje y Desarrollo de la Personalidad*, y que afectan en gran medida a los procesos de enseñanza-aprendizaje. De todas estas variables, las que mayor conexión guardan con la experiencia de juego son el querer, es decir, la motivación que produce jugar y que es vital para que suceda el aprendizaje significativo; el creer, o sea, tener expectativas hacia lo que va a ocurrir y pensar que se es capaz de hacer frente a los desafíos que surjan (autoconcepto); estos dos aspectos están muy relacionados y en realidad dependen el uno del otro.

Por último, están el poder y el hacer, esto es las capacidades propias del alumno y las estrategias que éste aplica a la hora de llevar a cabo su proceso de aprendizaje de manera más o menos consciente, según, entre otras cosas, su propia motivación y sus metas personales.

4.3. Clasificación de videojuegos

Los videojuegos se pueden catalogar en base a diferentes ítems. A continuación, se muestran los cinco que he considerado para este trabajo:

1. Finalidad
2. Edad de uso
3. Género
4. Acceso al juego

5. Desarrollador

Teniendo en cuenta su finalidad, se puede distinguir entre dos tipos de videojuegos (Dorado & Gewec, 2017):

- Comerciales: están destinados únicamente al ocio y durante su desarrollo no se ha contemplado ningún otro fin.
- Educativos: son diseñados para transmitir los contenidos curriculares y hacen un mayor énfasis este aspecto que en la experiencia de juego.

La clasificación de videojuegos por edades más habitual en nuestro país es la que realiza la organización *Pan European Game Information* (PEGI), la cual establece cinco categorías a partir de diferentes indicadores (lenguaje soez, discriminación, drogas, miedo, apuestas, sexo y violencia) y cuyas etiquetas se muestran en la Figura 3:

- PEGI 3: el juego se considera apto para cualquier rango de edad, no debe contener material que asuste a los niños pequeños, violencia explícita ni lenguaje soez.
- PEGI 7: el juego puede asustar a los niños más pequeños y contener formas muy suaves de violencia.
- PEGI 12: la violencia se representa de manera más gráfica, aunque no realista hacia los personajes de ficción. Puede haber insinuaciones de carácter sexual y representaciones de juegos de azar.
- PEGI 16: el nivel de descripción de violencia o actividad sexual es semejante al de la vida real. El uso de lenguaje soez es más frecuente, así como la aparición de juegos de azar y el uso de drogas.
- PEGI 18: se representa la violencia brutal en el juego, incluso hacia inocentes, el atractivo del uso de drogas ilegales y las relaciones sexuales de manera explícita.



Figura 3. Etiquetas PEGI por edad (PEGI)

Atendiendo a su género, los videojuegos se pueden clasificar en diferentes tipos, de los cuales he seleccionado los más relevantes (Felicia, 2009; Rubio, 2008):

- De disparos o Shooter: en ellos, el jugador ha de resolver un conflicto disparando a sus oponentes, desarrollando así su coordinación óculo-manual y las destrezas psicomotoras en general. Existe una variante, los *First-Person Shooter* (FPS), en la que el jugador experimenta el juego desde los ojos del personaje que maneja. Probablemente sean los que mayor contenido violento tengan de todos los de esta clasificación.
- Plataformas: el jugador se ha de desplazar por un espacio formado por plataformas y con ellos se puede mejorar la coordinación y la planificación medios-fines, además del trabajo en equipo si se juega en parejas.
- Rompecabezas: en ellos, el jugador debe resolver un enigma para avanzar en el juego. Son especialmente útiles para mejorar el pensamiento lógico-matemático, así como la creatividad y la visión espacial
- Estrategia en tiempo real: normalmente, los jugadores controlan aspectos económicos y/o militares de una determinada población, debiendo tomar decisiones rápidas haciendo uso de la estrategia.
- Simuladores: estos juegos simulan de una forma más o menos realista diferentes situaciones y entornos, como las relaciones sociales o el funcionamiento de una empresa, entre otros. A través de ellos, se puede mejorar la creatividad, la toma de decisiones, así como conocimientos concretos de áreas específicas (en función de la temática principal del juego).
- De carreras: en ellos, el objetivo es llegar a la meta de un circuito antes que el resto de los corredores. Sirven para trabajar los reflejos y la coordinación, pero también se pueden emplear para explicar otros contenidos, como, por ejemplo, las normas de tráfico.
- Deportivos: reproducen otros deportes, como el fútbol o el baloncesto. Ayudan a desarrollar la inteligencia cinestésica-corporal, y pueden incluir aspectos de estrategia y de toma de decisiones si también se gestiona un equipo deportivo.

- Rol o Role-Playing Game (RPG): el personaje encarna a un personaje de ficción, el cual tiene diversas características que evolucionan a lo largo del juego, como son el nivel, los atributos o el equipamiento.

- Rol multijugador masivo en línea o Massively Multiplayer Online Role-Playing Game (MMORPG): se trata de una variante de los juegos de rol en la que muchos jugadores pueden interactuar a la vez dentro del mismo mundo virtual. De esta manera se añaden posibilidades en la experiencia de juego como la exploración o el trabajo en equipo.

- Aventura gráfica: en ellos se narra una historia y el jugador va recorriendo diferentes escenarios en los que tiene que recoger objetos y superar retos de distinto tipo, empleando su imaginación y creatividad.

Según el nivel de acceso al juego por parte del público, se diferencia entre tres tipos de videojuegos (DEV, 2014):

- Pay to Play: se paga física o digitalmente. Es la forma más tradicional de acceder a los videojuegos. Ahora, muchos videojuegos de pago son actualizados tras su lanzamiento mediante contenido adicional, también conocido como *Downloadable Content* o DLC, que el jugador ha de comprar y descargar posteriormente.

- Gratuito o Free to Play (F2P): el jugador tiene acceso a una versión gratuita del juego, pero en muchas ocasiones puede conseguir mejoras y nuevo contenido a través de micropagos.

- Publicidad: el juego incluye publicidad gracias a la cual el desarrollador o el propietario recibe ingresos. Esta publicidad puede aparecer en diferentes lugares del juego, como en las pantallas de carga, por ejemplo.

Y si se tiene en cuenta quién ha desarrollado el videojuego, se dan tres posibilidades (Requena, 2014):

- Desarrollador Third-party: una empresa distribuidora paga a un grupo desarrollador para que cree un videojuego, normalmente este grupo es pequeño.

- Desarrollador interno: el equipo de desarrollo se encuentra dentro de una empresa distribuidora, por lo cual el trabajo de diseño es más coordinado al desarrollarse bajo la misma marca.

- Desarrollador independiente: se trata de un grupo de desarrollo, generalmente muy pequeño y con un presupuesto bastante limitado, que diseña y lanza al mercado videojuegos sin la colaboración de una empresa distribuidora. A veces recurren métodos de financiación como el micromecenazgo, también llamado *crowdfunding*.

Así, *Chemcraft*, el videojuego que voy a diseñar para este trabajo fin de Máster sería educativo, para jugadores mayores de 12 años, de rol, gratuito e independiente.

4.4. RPG Maker MV

El programa seleccionado para diseñar *Chemcraft* ha sido RPG Maker MV, un *software* de creación de videojuegos de rol desarrollado por la empresa japonesa Kadokawa Games. Se trata de la última versión del programa RPG Maker y fue lanzado a finales de 2015. A continuación, se expondrán algunas de sus características más destacadas (Degica):

- Tiene multitud de contenido ya creado y listo para emplear en el desarrollo de videojuegos, como pueden ser mapas y personajes.
- Permite crear y lanzar videojuegos en diversas plataformas a la vez, como Windows, navegadores web o smartphones con sistema operativo Android. Asimismo, los controles de la aplicación creada se pueden adaptar al dispositivo de juego.
- Permite diseñar juegos sencillos sin la necesidad de emplear códigos de programación, aunque tiene la opción de emplear el lenguaje *Javascript*.
- Tiene unos requisitos para el ordenador menores que otros programas de desarrollo de videojuegos, como Unity.
- Existe contenido adicional gratuito, así como un gran número de recursos disponibles en la red para un diseño más sencillo y con mejores resultados, especialmente si el producto final es gratuito, como es este caso.

Estas características del programa permiten desarrollar videojuegos sencillos, pero con una apariencia cercana a la profesional si se poseen conocimientos muy básicos de edición de imagen, como es mi caso. Así, en la Figura 4 se puede observar la pantalla de inicio y una parte del menú principal de *Chemcraft*:

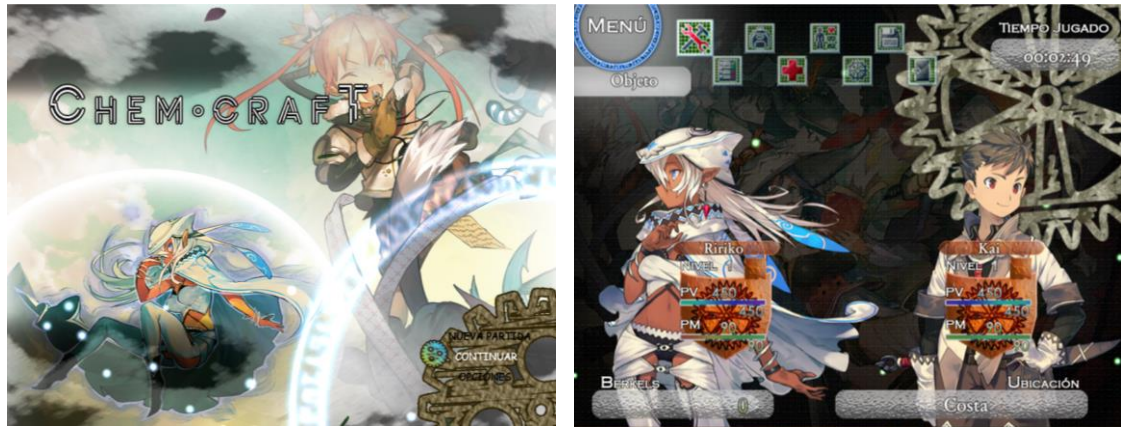


Figura 4. Pantalla de inicio y menú principal de *Chemcraft*

5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En los últimos años se ha hecho uso de los videojuegos en diferentes centros educativos de todo el mundo para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en distintas materias y niveles. Así, hay dos corrientes principales dentro de este uso: la utilización de videojuegos comerciales y el diseño de videojuegos educativos, bien por parte del equipo docente o por empresas desarrolladoras.

5.1. Videojuegos comerciales

España

En los primeros años de la década pasada, el grupo catalán F9 (“Aprovechamiento Didáctico de los juegos de ordenador en la Escuela Primaria y la ESO”) empleó la aventura gráfica *París 1313* en el IES Angeleta Ferrer para analizar aspectos como el ambiente general de trabajo y la relación de su uso con los aprendizajes curriculares, entre otros. En su siguiente estudio, utilizaron el juego de estrategia *La Pantera Rosa* con alumnos de entre 11 y 12 años para comprobar en qué grado se produce aprendizaje respecto al uso y dominio de la tecnología. Más tarde, en el año 2006, una integrante del grupo F9 usa en el videojuego de estrategia real *Age of Empires* con estudiantes de 6º de Primaria en una asignatura sobre medio social. En ese momento, el grupo GIPI (“Imágenes, Palabra e Ideas”) emplea en las clases de Lengua Castellana y Literatura diferentes videojuegos de la empresa Electronic Arts (EA), como *NBA Live 07* y *Harry Potter y el Cáliz de Fuego*, gracias a la colaboración de ésta. En 2012, el grupo de docentes LudologΩs utiliza los videojuegos *Star Academy*, *Kingdom Hearts 2*, *Dragon Ball*, *Mario Party*, *Eye toy*, *Runescape*, *Tony Hawk*, *Wii Sports* y *One Piece* en diferentes niveles educativos (Primaria, Secundaria y Bachillerato) y en áreas como Matemáticas, Tecnología y Ciencias Sociales (López & Rodríguez, 2016).

Como se puede observar, en los últimos años ha habido un uso de los videojuegos de consola y PC en las clases españolas, no obstante, parecen ser pocos los docentes de asignaturas de ciencias experimentales, como Física y

Química o Biología y Geología, que proponen su utilización para enseñar los contenidos del currículo.

Otros países

En Australia, la profesora de ciencias Alice Leung ha aplicado el aprendizaje basado en videojuegos en el área de biología, empleando el juego de simulación para PC *Spore* para enseñar conceptos relacionados con la evolución como la selección natural (Leung, 2011). Más recientemente ha aplicado el juego para móvil *Plague Inc.*; este simulador, aunque no es del todo fiel a la realidad, sirve para explicar cómo se propaga a nivel mundial una epidemia, cómo los científicos la hacen frente y cómo su expansión depende de factores socioeconómicos de los distintos lugares del mundo (Leung, 2013).

Desde Portugal se propone la utilización del juego de plataformas *Angry Birds*, disponible para móvil y ordenador, para explicar diferentes conceptos de física relacionados con los campos de la dinámica y la cinemática tanto a nivel de secundaria, como son los tipos de movimiento: rectilíneo uniforme, rectilíneo uniformemente acelerado y el tiro parabólico, es decir, la composición de movimientos; o las leyes de Newton (Rodrigues & Carvalho, 2013).

5.2. Videojuegos educativos

Algunos ejemplos de diseño de videojuegos por parte del profesorado en los últimos años son:

- Trikala (Grecia): se diseñó la aplicación *LearnMem1* para explicar diferentes conceptos relacionados con la memoria y pertenecientes a la asignatura de Informática. Ésta consiste en tres laberintos que contienen tanto material de aprendizaje (compuesto por textos, vídeos, animaciones y gráficos) como preguntas de verdadero-falso y de respuesta múltiple, y que el alumno ha de responder para conseguir la bandera que se encuentra al final de cada nivel. Además, cabe destacar que las cuestiones van aumentando su dificultad en el transcurso de la partida (Papastergiou, 2009).

- Arteixo (España): nueve profesores del IES de Sabón desarrollaron cuatro juegos (*El viaje de Alicia*, *Puesta a punto de la bicicleta*, *La máquina del tiempo* y *Negociación colectiva*), con los que enseñaron sobre historia de Galicia,

gestión de empresa y revisión de bicicletas. Se emplearon en una clase con 23 alumnos, los cuales aprendieron los contenidos y disfrutaron de la experiencia (ProActive, 2011).

- Taipei (Taiwan): se desarrolló un software educativo para repasar conceptos de Geología como los corrimientos de tierra, los terremotos o la tectónica de placas con estudiantes de 17 años. Para ello, se empleó *RPG Maker XP*, una versión anterior a la propuesta en este trabajo. El videojuego diseñado contiene textos, imágenes, vídeos cortos, así como preguntas de respuesta múltiple (Chen, Yeh, & Chang, 2016).

5.2.1. Videojuegos educativos relacionados con la Química

Más concretamente para la enseñanza de la Química destacan la aplicación para móvil OCRA ("*Organic Chemistry Reaction Application*"), diseñada en 2016 por Othman Talib y que permite entender mejor la interconexión de los átomos en compuestos orgánicos a través de sus estructuras de Lewis, lo que facilita la comprensión de los principales tipos de reacciones orgánicas: la eliminación, la sustitución y la adición (Talib & Shariman, 2017). Si bien esta aplicación ha sido específicamente diseñada para un nivel universitario, se podría emplear para los últimos cursos preuniversitarios.

El videojuego de aventuras con temática química *ChemCaper* permite enseñar conceptos básicos de esta disciplina, como son los instrumentos y aparatos científicos, las técnicas de separación (véase Figura 5), los grupos y propiedades de los elementos y los tipos de enlaces químicos, a estudiantes de entre 10 y 14 años a través de una historia atractiva que contiene diversos elementos de fantasía. Ha sido diseñado por docentes estadounidenses que piensan que la educación ha de ser divertida y significativa al mismo tiempo; no obstante, el desarrollo ha sido llevado a cabo por la empresa ACE Ed-Venture Studio. Se financió a través de una campaña de *crowdfunding* en el año 2016 y actualmente se puede adquirir en las principales plataformas de venta digitales y en distintos formatos (ChemCaper, 2016).



Figura 5. Captura de pantalla de *ChemCaper*

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

6.1. Contextualización y contenidos

Esta propuesta de intervención didáctica se encuadra dentro del Decreto 19/2015 (La Rioja, 2015) y va dirigida a alumnos de la asignatura Física y Química de 2º de Educación Secundaria Obligatoria durante el curso 2018-2019. Además, es una actividad que se inserta en la Unidad Didáctica 3: “Tipos de Sustancias” y que pertenece al Bloque II. La Materia.

Los contenidos que propone el Boletín Oficial de La Rioja para este bloque son los siguientes:

- Propiedades de la materia.
- Estados de agregación. Cambios de estado. Modelo cinético-molecular.
- Leyes de los gases.
- Sustancias puras y mezclas.
- Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides.
- Métodos de separación de mezclas.

De ellos, se trabajarán a través de la actividad y durante la unidad:

- Sustancias puras y mezclas.
- Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides.
- Métodos de separación de mezclas.

6.2. Objetivos

Los objetivos que se pretenden alcanzar a través del desarrollo de esta actividad son (Piñar, 2015):

- Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas.
- Distinguir entre mezcla homogénea, heterogénea y coloide.
- Identificar el soluto y el disolvente en una disolución de composición conocida.
- Plantear métodos de separación de los componentes de una mezcla.
- Valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.

6.3. Competencias

Las competencias clave vienen descritas en la Orden ECD/65/2015 (España, 2015). De todas, con esta actividad y el conjunto de tareas relacionadas se trabajan:

- Comunicación lingüística: se desarrolla a través del uso del vocabulario específico del tema (sustancia pura, mezcla...) que está presente en el videojuego, y con el cual el estudiante está en contacto durante toda la experiencia. Además, se trabaja la expresión lingüística en materia científica a través de las distintas tareas relacionadas con el juego, ya que han de explicar correctamente diferentes procedimientos de separación en base al tipo de mezcla.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: se adquiere mediante la puesta en práctica de los contenidos de la unidad en el juego, que requiere saber diferenciar entre tipos de sustancias para poder llevar a cabo la separación de estas. Asimismo, se trabaja a través de la realización de problemas sobre la concentración en los que han de realizar cálculos matemáticos sencillos y hacer un uso correcto de las diferentes unidades y magnitudes.
- Competencia digital: se desarrolla principalmente mediante la utilización del videojuego *Chemcraft* para alcanzar los objetivos de aprendizaje establecidos con anterioridad, así como con el uso crítico de las Tecnologías de la Información a la hora de realizar las tareas complementarias, lo cual requiere saber buscar y gestionar grandes cantidades de información.
- Aprender a aprender: la experiencia de juego permite al estudiante reflexionar acerca de lo que sabe y desconoce, así como buscar diferentes estrategias para alcanzar sus objetivos. Todo esto propicia que el alumno sea de verdad el protagonista de su proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Competencias sociales y cívicas: se adquiere a través de la reflexión acerca de cómo los diferentes tipos de sustancias y métodos de separación de mezclas juegan un papel importante dentro de la sociedad actual: desde la realidad más cotidiana del estudiante hasta la producción industrial de distintos productos.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: se desarrolla de manera significativa mediante la toma de decisiones dentro del juego y sus implicaciones,

como son la toma de iniciativa, la gestión del autoconocimiento, el análisis de la situación, la creatividad para solucionar nuevos problemas, la asunción de riesgos dentro de dicho proceso y desarrollo del pensamiento crítico.

6.4. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación seleccionados son:

4. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.
5. Proponer métodos de separación de los componentes de una mezcla.

6.5. Estándares de aprendizaje evaluables

Los estándares de aprendizaje relacionados con los criterios anteriormente seleccionados son:

- 4.1. Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas, heterogéneas o coloides.
- 4.2. Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés.
- 4.3. Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, describe el procedimiento seguido y el material utilizado, determina la concentración y la expresa en gramos por litro.
- 5.1. Diseña métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describiendo el material de laboratorio adecuado.

6.6. Metodología

6.6.1. Participantes

Los participantes de esta actividad son los 25 alumnos de una clase de Segundo de Educación Secundaria Obligatoria.

6.6.2. Mecánica y narrativa

La mecánica principal de *Chemcraft* es lineal y se compone de los siguientes tres pasos:

1. Búsqueda de recursos: los protagonistas del juego, Ririko y Kai, interactúan con su entorno para encontrar y recoger recursos. El jugador sabe con qué elementos del mapa puede interaccionar ya que éstos se encuentran señalados con una animación luminosa. El método más común de obtención de recursos es su recolección, pero también es posible hacerse con ellos a través de las distintas batallas que pelean los personajes.

2. Tratamiento de los recursos: los protagonistas pueden realizar a los recursos obtenidos diferentes tratamientos fisicoquímicos, entre los que destacan las separaciones de mezclas. Dentro de su laboratorio disponen de un potente aparato electrónico similar a un ordenador que les permite llevar a cabo los distintos procedimientos tras depositar los recursos en una cinta transportadora que va conectada a la máquina. Es en este momento cuando el jugador ha de saber qué tratamiento debe realizar a cada material en función de sus propiedades, las cuales derivan de su naturaleza (sustancia pura o mezcla).

3. Obtención de productos: a través de los procesos de manufactura los protagonistas fabrican objetos que resultan de utilidad dentro del videojuego, como equipamiento (armas y armaduras), provisiones (comida y bebida). Algunos de ellos, como los objetos clave, les sirven incluso para avanzar en la trama.



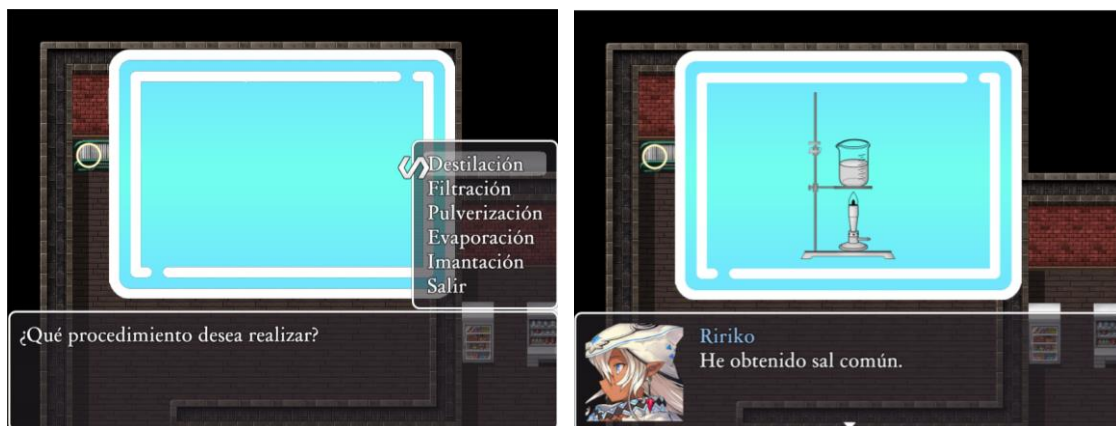


Figura 6. Capturas de pantalla de *Chemcraft*

El videojuego cuenta con un sistema de experiencia, como la mayor parte de los juegos de rol, por el cual los protagonistas ganan puntos de experiencia cada vez que extraen recursos de manera satisfactoria, que vencen una batalla o que realizan un proceso de manufactura de materiales. A través de dicho sistema, los personajes suben de nivel y mejoran en sus habilidades de manufactura, lo que les permite mejorar su equipamiento y tener acceso a nuevos materiales.

En cuanto a la narrativa, *Chemcraft* relata la historia de Ririko y Kai, dos miembros del gremio de artesanos “Corona Rodante”, que un día reciben un encargo de un cliente misterioso y por el cual se comprometen a subir a lo alto de la Torre Ithmid para recuperar un antiguo artefacto. Dentro de la torre tendrán que enfrentarse a diferentes enemigos y superar una serie de obstáculos. También necesitarán extraer recursos de éste y otros lugares para conseguir materiales con los que mejorar su equipo y obtener objetos que les serán de utilidad a la hora de resolver los distintos retos planteados en cada planta del lugar.

6.6.3. Cronograma

La unidad didáctica en la que se encuadra esta actividad tiene ocho sesiones de cincuenta minutos de duración, siendo la última la correspondiente a la prueba escrita. En la Tabla 1 se muestra cómo se desarrollará:

Tabla 1. Cronograma de la propuesta

Actividad	Duración	Sesión						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Presentación</i>	5 - 10'	x						
<i>Uso de Chemcraft</i>	10 - 20'		x	x	x	x	x	
<i>Tareas relacionadas con el juego</i>	-	x	x	x		x	x	x
<i>Realización de pruebas y/o cuestionarios</i>	5 - 10'	x					x	x

En la primera sesión de la unidad se realiza una prueba de conocimientos previos para conocer lo que saben los alumnos sobre el tema, así como se presenta el videojuego a los alumnos en los últimos minutos de la clase para que lo prueben en casa y se familiaricen con su manejo (véase Anexo II). En la siguiente sesión, se explican los tipos de sustancias y se introducen algunos tipos de mezclas; después, los alumnos han de explorar los primeros mapas del juego y apuntar todos los recursos con los que se encuentren, recolectando aquellos que puedan, para después clasificarlos como sustancias puras y mezclas.

En la tercera clase, se termina de explicar los tipos de mezclas y se hace hincapié en el concepto de concentración de una disolución, realizando algunos ejercicios de cálculos. Al final de la sesión, los estudiantes deben crear distintas disoluciones con *Chemcraft* a partir de las sustancias antes recolectadas. En casa, realizarán problemas relacionados con las disoluciones preparadas en el videojuego. En la cuarta sesión, se introducen los primeros métodos de separación de mezclas y se corrigen los ejercicios del día anterior; asimismo, los alumnos ven la utilidad de este punto a través del juego, ya que llevan a cabo sus primeras separaciones, pudiendo emplear después las sustancias puras separadas en la obtención de otros bienes.

En la quinta sesión, se acaba la explicación del último punto de la unidad y los estudiantes realizan dentro del juego todos los tipos de separación que han visto en clase. Además, han de apuntar todas las mezclas que encuentren y explicar porqué han elegido ese método de separación para la obtención de las sustancias puras. La sexta clase se utiliza para corregir la actividad para casa, resolver dudas y realizar un esquema de la unidad. Al final de la sesión, los

alumnos rellenan un cuestionario sobre la experiencia del videojuego y en el que tienen que proponer una pregunta breve sobre el tema. De entre todas las cuestiones, dos son incluidas en la prueba escrita que se desarrolla en la última sesión. Por último, en la sesión previa a la prueba escrita, los alumnos llevan a cabo una práctica real de laboratorio en la que preparan algunas de las disoluciones con las que se han familiarizado ya gracias al videojuego. En los últimos minutos comienzan a realizar el informe de prácticas que deberán entregar el día del examen. Todas las tareas relacionadas con el juego, menos el esquema y el informe de laboratorio, se entregarán a los estudiantes en forma de hojas de ejercicios (véase Anexo III).

6.6.4. *Materiales y recursos*

Para la puesta en marcha de esta actividad se requieren los siguientes recursos TICs: la aplicación de desarrollo de videojuegos *RPG Maker MV*, el videojuego *Chemcraft* y smartphones u ordenadores (de sobremesa o portátiles) para todos los alumnos. En cuanto a los recursos materiales, destacan las instalaciones del centro, principalmente las aulas de clase y de informática, y el material de papelería que ya se encuentra disponible en éste de manera habitual.

El presupuesto estimado para esta actividad es de 84,98 €, ya que se tiene en cuenta el coste de la aplicación de creación de videojuegos y el del DLC empleado, como se observa en la Tabla 2:

Tabla 2. Presupuesto de la propuesta

ITEM	COSTE (€)
RPG MAKER MV	73,99
DLC: COVER ART CHARACTERS PACK	9,99
TOTAL³	84,98

6.6.5. *Atención a la diversidad*

Dentro de la atención a la diversidad, se tienen en consideración los dos tipos de medidas propuestas en el BOR (La Rioja, 2015) y que han de estar también

³ Ésta es la suma del precio regular de ambos productos en la tienda en línea *Steam*, que es donde han sido adquiridos. No obstante, es importante indicar que en esta plataforma a veces realizan grandes descuentos y pueden ser comprados por menos de la mitad de su valor habitual.

presentes en esta propuesta didáctica, así como en el Plan de Atención a la Diversidad del centro educativo:

- **Ordinarias:** en esta categoría entran aspectos como las agrupaciones flexibles a la hora de realizar las diferentes actividades de la unidad didáctica, una metodología como el aprendizaje basado en videojuegos, que permite a los alumnos trabajar de manera individual y a su propio ritmo los distintos contenidos estudiados previamente, pero con la posibilidad de obtener un *feedback* casi simultáneo del docente durante la experiencia de juego. También están incluidas aquí las actividades de refuerzo y las complementarias y, por último, las adaptaciones leves del currículo.
- **Extraordinarias:** dentro de este tipo se incluyen las adaptaciones curriculares significativas para los alumnos con necesidades educativas especiales. En el caso de la utilización de *Chemcraft*, se contempla su adaptación para alumnos con diversidad funcional, como estudiantes con grados severos de discapacidad visual.

6.7. Criterios de evaluación

6.7.1. Evaluación sumativa

Las sesiones de juego per se tienen un carácter formativo y cabe resaltar que son las actividades complementarias al videojuego las que presentan una dimensión sumativa y cuentan con un mayor peso dentro de la calificación final. Así, en la Tabla 3, se muestran los criterios de calificación seguidos en esta Unidad Didáctica:

Tabla 3. Criterios de la evaluación sumativa

ITEM VALORADO	PORCENTAJE (%)
Prueba escrita	40
Hojas de ejercicios	20
Esquema	15
Informe de laboratorio	15
Comportamiento y actitud	10
TOTAL	100

6.7.2. Autoevaluación

La propuesta es evaluada a diferentes niveles teniendo en cuenta determinados ítems. En primer lugar, está el desarrollo de la propuesta, lo cual implica saber si todo ha sucedido o no como estaba planeado inicialmente, así

como estudiar qué inconvenientes han surgido y si podían haber sido pormenorizados con una mejor planificación previa. Dentro de este apartado también se incluye mi correcto desempeño como docente, ya que de él depende en gran medida que todo suceda como se ha organizado.

En segundo lugar, es necesario analizar si los estudiantes han alcanzado los objetivos propuestos inicialmente a través de esta metodología. Para ello están los cuestionarios sobre conocimientos previos y aprendidos que se realizan al comienzo y al final de la unidad, que permiten comparar diferentes metodologías didácticas siempre que se establezca algún grupo de control dentro del estudio y que la mayor parte del alumnado del curso en cuestión sea homogénea.

Por último, es esencial conocer la opinión de los estudiantes acerca de la estrategia utilizada, para poder establecer mejoras que sirvan para renovar la propuesta actual y para nuevos proyectos.

7. DISCUSIÓN

7.1. Plan de viabilidad

La viabilidad de esta propuesta de intervención didáctica se estudiará a través de un análisis DAFO, que no solo tiene en cuenta las características internas de ésta (fortalezas y debilidades), sino también su entorno (posibilidades y amenazas). Así, los aspectos más significativos de esta propuesta educativa son los siguientes:

Fortalezas

- ✓ El desarrollo del videojuego se puede llevar a cabo entre varios docentes del mismo departamento, lo que disminuye la carga de trabajo por persona, el tiempo de desarrollo y permite una mayor uniformidad dentro de la actividad docente de la asignatura.
- ✓ El coste monetario del software no es excesivamente elevado. Además, el juego final es gratuito para los alumnos y una vez creado se puede implantar en años sucesivos.
- ✓ El software de creación de videojuegos se puede emplear en futuros proyectos, tanto en la misma asignatura como en otras.
- ✓ El juego creado es modificable, de forma que los contenidos trabajados con él se pueden ampliar o reducir en función de las necesidades del grupo o curso en el que se aplique. Asimismo, de un año académico a otro, se pueden corregir los errores que el juego presenta.

Oportunidades

- ✓ Contribuye al desarrollo de la competencia digital del alumnado.
- ✓ Los alumnos se sienten más involucrados en sus propios procesos de aprendizaje que con la clase magistral, además el rol del docente cambia al convertirse éste en un guía.
- ✓ Se da una mejora en los resultados del aprendizaje, un aumento del tiempo de recuerdo de los conocimientos aprendidos y un desarrollo de la autonomía del alumnado.
- ✓ El uso de videojuegos en el aula permite al profesorado seguir evolucionando en su labor docente ya que debe seguir formándose, con lo que

adquieren un abanico más amplio de herramientas con las que pueden desempeñar mejor su tarea.

Debilidades

- ✗ Requiere una gran cantidad de tiempo desarrollar un videojuego, y más concretamente uno educativo ya que éste debe adecuarse de manera adecuada a los contenidos y objetivos del aprendizaje propuestos al alumnado.
- ✗ Asimismo, es muy probable que los docentes requieran algún tipo de formación si utilizan un programa de desarrollo más complejo que RPG Maker, además de para saber dirigir correctamente una sesión de juego en el aula.

Amenazas

- ✗ Los estudiantes pueden centrarse en exceso en la función lúdica del videojuego, olvidando así su faceta didáctica, y que es por la cual ha sido diseñado por el equipo docente.
- ✗ No todos los alumnos han de disponer de teléfonos móviles inteligentes ni de ordenadores en su domicilio, depende del nivel socioeconómico del alumnado.
- ✗ Los requisitos técnicos del juego desarrollado están supeditados en gran medida a los recursos materiales del centro (ordenadores de sobremesa, portátiles y tabletas), así como a los de los alumnos (teléfono móvil).

Así, el estudio realizado se puede esquematizar a través de una matriz DAFO, que se muestra a continuación a través de la Tabla 4:

Tabla 4. Matriz DAFO de la propuesta

Factores internos	FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollo en equipo ✓ Poco presupuesto ✓ Producto final gratuito ✓ Juego modificable (mejora y adaptación) 	DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none"> ✗ Mucho tiempo de desarrollo ✗ Formación del profesorado
	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejora de la competencia digital ✓ Más implicación en el aprendizaje ✓ Mejora en los resultados del aprendizaje ✓ Evolución del docente 	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none"> ✗ Olvido del objetivo del juego ✗ Disponibilidad de tecnología ✗ Requisitos técnicos del juego
Factores externos		

8. CONCLUSIONES

Este Trabajo Fin de Máster surge como respuesta a la necesidad existente en Sistema Educativo español de utilizar más y mejor los medios digitales, más concretamente los videojuegos, dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje (en este caso dentro de Física y Química), puesto que son uno de los principales elementos de ocio de las generaciones más jóvenes. Asimismo, se ha pretendido combatir la mala percepción existente en el alumnado de secundaria hacia las materias de carácter científico mediante un cambio metodológico que busca un alejamiento del tradicional esquema “clase magistral y resolución de problemas”.

Para ello se ha propuesto la creación de un videojuego educativo de rol sobre química titulado *Chemcraft* a través del cual se pretende explicar de una manera diferente una parte concreta del currículo de la asignatura en 2º de ESO: clasificación de la materia según su naturaleza y técnicas de separación de mezclas. Este videojuego contiene mecánicas más variadas que lo que usualmente se entiende como software educativo, ya que prescinde del uso continuado de las preguntas y respuestas, y se basa en la interacción del jugador con los diferentes elementos del juego, como son los mapas, personajes y objetos. Este hecho junto con la narrativa facilita la inmersión en el juego y el interés por resolver los desafíos que propone el propio juego.

No obstante, es necesario ser realista y tener en cuenta que el desarrollo de un videojuego educativo por parte del equipo docente es una tarea ambiciosa y que requiere una utilización lógica de los recursos disponibles del centro donde se va a realizar, tanto de índole material (salas, ordenadores, conexión a internet) como humanos (tiempo de los profesores implicados y su posible formación en el manejo del programa de desarrollo). Aún así, una vez desarrollado el juego, éste se puede implementar en cursos académicos consecutivos, existiendo la posibilidad de mejorar con un coste considerablemente menor y de un año a otro aquellos aspectos que fallan y que se hallan presentes en las primeras versiones del software.

Por lo expuesto con anterioridad, en este trabajo se han desarrollado únicamente algunos ejemplos de las mecánicas principales de *Chemcraft* y no el videojuego completo. Para ello se ha empleado el software de desarrollo de

juegos RPG Maker MV, que permite diseñar la mayor parte de los elementos de un juego sin necesidad de tener grandes conocimientos de programación y para el cual existen muchos recursos en línea disponibles para proyectos de carácter gratuito, como es *Chemcraft*.

Por último, me gustaría concluir diciendo que con este Trabajo fin de Máster he intentado plasmar todos los conocimientos y habilidades que he adquirido gracias a las distintas asignaturas del Máster, pues pienso que me han servido y me servirán en mi futuro cercano para el buen desempeño de mi labor docente. En especial, el Prácticum es la asignatura que más me ha influido, ya que gracias a ella me enfrenté por primera vez a la realidad diaria de los profesores de Secundaria, y me sirvió para reflexionar más acerca de cómo se dan en el día a día los procesos de enseñanza-aprendizaje en Física y Química. Y a través de este Trabajo he intentado realizar una mejora de esos procesos.

9. REFERENCIAS

- aulaPlaneta. (2017). Ventajas del aprendizaje basado en juegos o Game-Based Learning (GBL) [Infografía]. Recuperado el 2 de junio de 2019 de: <http://www.aulaplaneta.com/2015/07/21/recursos-tic/ventajas-del-aprendizaje-basado-en-juegos-o-game-based-learning-gbl/>
- Baek, Y. K. (2008). What Hinders Teachers in Using Computer and Video Games in the Classroom? Exploring Factors Inhibiting the Uptake of Computer and Video Games. *CyberPsychology & Behavior*, 11, 665–671.
- Balaguer, R. (2007). ¿Por qué atrapan tanto los videojuegos? *XVI Congreso de FLAPIA*, 1–10. Montevideo.
- Bennett, S., Maton, K., & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 775–786.
- ChemCaper. (2016). ChemCaper Website. Recuperado el 11 de junio de 2019 de: <https://chemcaper.com/about-the-game/>
- Chen, C.-L. D., Yeh, T.-K., & Chang, C.-Y. (2016). The Effects of Game-Based Learning and Anticipation of a Test on the Learning Outcomes of 10th Grade Geology Students. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 12(5), 1379–1388.
- Degica. (n.d.). RPG Maker. Recuperado el 5 de junio de 2019 de: <https://www.rpgmakerweb.com/products/programs/rpg-maker-mv>
- DEV. (2014). *Libro blanco del desarrollo español de los videojuegos*. Recuperado de: <http://www.dev.org.es/es/publicaciones/126-libro-blanco-dev>
- Dorado, S., & Gewec, A. (2017). El profesorado español en la creación de materiales didácticos: los videojuegos educativos. *Digital Education Review*, 31, 176–195.
- España. (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial Del Estado*, (106, 4 de mayo), 17158–17207. Recuperado de:

<https://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>

España. (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial Del Estado*, (295, 10 de diciembre), 97858–97921. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

España. (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial Del Estado*, (25,29 de enero), 6986–7003. Recuperado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>

España. (2019). Ley 4/2019, de 7 de marzo, de mejora de las condiciones para el desempeño de la docencia y la enseñanza en el ámbito de la educación no universitaria. *Boletín Oficial Del Estado*, (58, 8 de marzo), 1–4. Recuperado de: <https://boe.es/buscar/pdf/2019/BOE-A-2019-3307-consolidado.pdf>

Felicia, P. (2009). *Videojuegos en el aula: manual para docentes*. Bruselas.

Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441–467.

Kim, B., Park, H., & Baek, Y. K. (2009). Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*, 52, 800–810.

La Rioja. (2015). Decreto 19/2015, de 12 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización así como la evaluación, promoción y titulación del alumnado de la Comunidad Autónoma de L. *Boletín Oficial de La Rioja*, (79, 19 de junio), 12368–12730. Recuperado de: <https://www.larioja.org/normativa-autonomica/es?modelo=NA&norma=2141>

Leung, A. (2011). My Spore Journey – digging deeper into GBL. Recuperado el

- 10 de junio de 2019 de: <https://aliceleung.net/2011/11/04/spore-journe/>
- Leung, A. (2013). Plague Inc – Learn while you infect the world. Recuperado el 10 de junio de 2019 de: <https://aliceleung.net/2013/01/17/plague-inc/>
- López, S., & Rodríguez, J. (2016). Experiencias didácticas con videojuegos comerciales en las aulas españolas. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 33. Recuperado de: <http://dimglobal.net/revistaDIM33/DIMOC33videojuegos.htm>
- Marbà-Tallada, A., & Bargalló, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de Primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, 28(1), 19–30.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2014). *TALIS 2013: Estudio internacional de la enseñanza y el aprendizaje*. Recuperado de: https://www.oecd.org/education/school/Spain-talis-publicaciones-sep2014_es.pdf
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52, 1–12.
- PEGI. (n.d.). Pegi Public Site. Recuperado el 5 de junio de 2019 de: <https://pegi.info/es/>
- Piñar, I. (2015). *Física y Química 3 ESO*. Oxford University Press España.
- Prensky, M. (2001a). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. Recuperado de: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky - Digital Natives, Digital Immigrants - Part1.pdf>
- Prensky, M. (2001b). Fun, Play and Games: What Makes Games Engaging. In *Digital Game-Based Learning* (pp. 1–31). Recuperado de: <http://marcprensky.com/writing/Prensky - Digital Game-Based Learning-Ch5.pdf>
- ProActive. (2011). *Recomendaciones para prácticas creativas de aprendizaje basado en juegos*. Recuperado de:

http://www.ub.edu/euelearning/proactive/documents/ProActive_guidelines_ES.pdf

- Requena, C. (2014). *Análisis de la industria del videojuego en España* (Universidad Politécnica de Valencia). Recuperado de: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/45702/Trabajo final carrera.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/45702/Trabajo%20final%20carrera.pdf)
- Rodrigues, M., & Carvalho, P. (2013). Teaching Physics with Angry Birds: Exploring the kinematics and dynamics of the game. *Physics Education*, 431–437.
- Rubio, M. (2008). Retos y posibilidades de la introducción de videojuegos en el aula. *Revista de Estudios de Juventud*, 98, 12 de, 119–134.
- Sigalés, C., Mominó, J. M., Meneses, J., & Badia, A. (2008). *La integración de internet en la educación escolar española: situación actual y perspectivas de futuro*. Recuperado de: https://www.uoc.edu/in3/integracion_internet_educacion_escolar/esp/pdf/informe_escuelas.pdf
- Solves, J., Monserrat, R., & Carles, F. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91–117.
- Talib, O., & Shariman, T. (2017). OCRA, a Mobile Learning Prototype for Understanding Chemistry Concepts. *14th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, 181–188. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED579460.pdf>
- TeachThought. (2015). The Difference Between Gamification And Game-Based Learning. Recuperado el 30 de mayo de 2019 de: <https://www.teachthought.com/learning/difference-gamification-game-based-learning/>
- Thompson, F. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553–559.

10. ANEXOS

10.1. Anexo I. Cómo acceder a *Chemcraft* desde el PC

El archivo que contiene el videojuego, llamado Chemcraft.exe, se ha subido a la plataforma Mega y se puede descargar a través del siguiente enlace:

https://mega.nz/#!SzpGIIYC!ksR48SWZOvDHZ14vPxDOqiN2uKEyb3_Q2h3Z4ECy8Xk

Una vez descargado, el fichero se descomprime pulsando dos veces seguidas con el botón izquierdo del ratón, obteniendo una carpeta homónima. Por último, se abre ésta y se ejecuta el fichero Game.exe que se encuentra en su interior.

10.2. Anexo II. Controles de *Chemcraft* para PC

Chemcraft se puede manejar completamente con el ratón, pulsando el botón izquierdo para seleccionar la opción deseada y el derecho para volver atrás.

También es posible utilizar el juego solo con el teclado, como si de una consola se tratase. En la siguiente figura se muestran las teclas que hay que emplear:



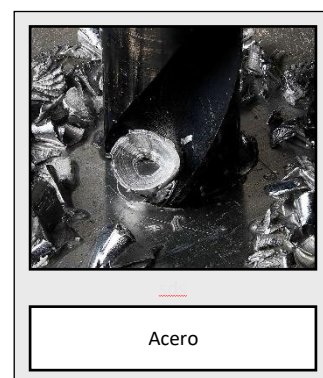
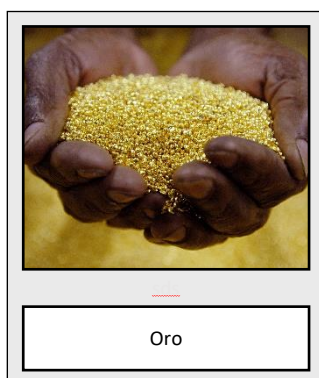
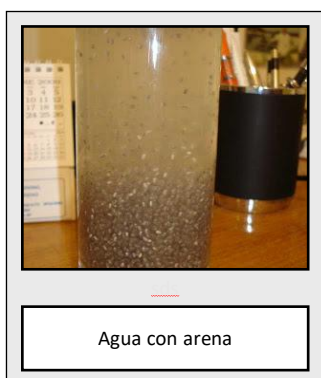
Figura 7. Controles de *Chemcraft* para teclado

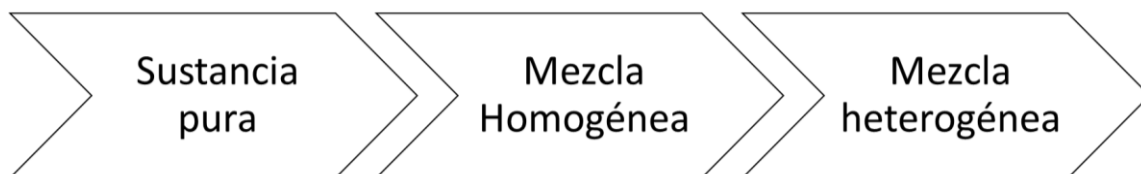
10.3. Anexo III. Ejercicios de la unidad

1. Rellena la siguiente tabla, indicando qué materiales has observado y cuáles has recolectado, indicando qué tipo de sustancias son:

<i>Material observado</i>	<i>Tipo de sustancia</i>	<i>¿Recolectado?</i>

2. Relaciona el contenido de las cartas con el de los recuadros:





3. ¿Cuál de los materiales de los ejercicios 1 y 2 es una disolución? Indica cuál es el soluto y cuál el disolvente.

<i>Disolución</i>	<i>Disolvente</i>	<i>Soluto</i>

4. Ririko va a preparar 350 mL de té con azúcar. Si echa 3 cucharadas y cada una contiene 2 g de azúcar. Calcula:

- La cantidad de azúcar que utiliza Ririko.
- La concentración de azúcar en el té.
- Si en lugar de 350 preparara 520 mL de té, ¿qué concentración de azúcar habría si emplea la misma cantidad?

5. Ririko necesita saber qué cantidad de sal hay disuelta en 300 mL de agua de mar si su concentración es de 30 g/L.

6. Kai va a preparar una pieza de bronce a partir de 5 mL de estaño y 95 mL de cobre. ¿Cuál será la masa de la pieza si la densidad del estaño es 7365 kg/m^3 y la del cobre es 8960 kg/m^3 ?

7. Describe el procedimiento que seguiría Ririko para preparar agua salada a partir de agua destilada y sal marina. ¿Qué materiales de laboratorio ha empleado?

8. Indica qué método de separación emplearían Ririko y Kai para separar los distintos componentes de las siguientes sustancias. Razona tu respuesta.

- Hierro con arena
- Vino
- Agua de mar
- Agua con arena